



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**REKONSTRUKCE ŽELEZOBETONOVÉHO MOSTU
V RAŠKOVICÍCH**

RECONSTRUCTION OF THE CONCRETE BRIDGE IN RAŠKOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vlastimil Muroň

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vlastimil Muroň
Název	Rekonstrukce železobetonového mostu v Raškovících
Vedoucí práce	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry podle mapy

Základní normy:

ČSN 736201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Jako alternativu stávajícího mostního objektu o jednom poli zpracujte dvě až tři studie rekonstrukce mostu včetně jejich zhodnocení.

Dále preferujte zesílení původní konstrukce s využitím spřažené desky a dodatečného předpětí.

Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Úkolem bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci železobetonového trémového mostu v Raškovících. Jelikož se nedochovala žádná dokumentace, bylo třeba odhadnout výztuž dle normy ČSN 1230-1937, podle které byl most navržen. Konstrukce byla zesílena novou spřaženou deskou a dodatečným předpětím. Návrh a posouzení bylo provedeno na mezní stav únosnosti i na mezní stav použitelnosti dle evropských norem. Výpočet byl prováděn v programu SCIA Engineer 19.1. na prutovém modelu jednoho trámu. Součástí práce jsou podrobné výkresy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Most, rekonstrukce, dodatečně předpjatý beton, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti.

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis was designing reconstruction of old beam bridge in Raškovice. Unfortunately the documentation wasn't preserved, it was necessary to estimate reinforcement according to the standard ČSN 1230-1937, according which the bridge was designed. The structure was reinforced with a new composite plate and post-tensioning. Design procedures and assessments were performed in accordance with ultimate and serviceability limit state according to valid European standards. Calculation was performed in the SCIA Engineer 19.1. program on beam model of one beam. The thesis include necessary drawings.

KEYWORDS

Bridge, renovation, post-tensioned concrete, ultimate limit state, serviceability limit state.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Vlastimil Muroň *Rekonstrukce železobetonového mostu v Raškovících*. Brno, 2020. 24 s., 212 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Rekonstrukce železobetonového mostu v Raškovících* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 30. 5. 2020

Vlastimil Muroň
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Rekonstrukce železobetonového mostu v Raškovících* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 30. 5. 2020

Vlastimil Muroň
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ladislavu Klusáčkovi, Csc. za odborné vedení práce a užitečné rady. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině a přítelkyni za jejich trpělivost, ochotu a případné rady, protože v době karantény to pro ně bylo náročné.

V Brně dne 5. 6. 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

**REKONSTRUKCE ŽELEZOBETONOVÉHO MOSTU
V RAŠKOVICÍCH**

RECONSTRUCTION OF THE CONCRETE BRIDGE IN RAŠKOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vlastimil Muroň

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2020

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	11
3. POPIS PŮVODNÍ KONSTRUKCE	13
4. DŮVOD REKONSTRUKCE	14
5. STUDIE NOVÝCH VARIANT	14
5.1. VARIANTA 1	14
5.2. VARIANTA 2	16
6. ROZSAH REKONSTRUKCE	17
7. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM	17
8. POPIS NOVÉ KONSTRUKCE	18
9. STATICKÝ VÝPOČET	19
10. POSTUP VÝSTAVBY	19
11. ZÁVĚR	20
12. POUŽITÉ ZDROJE	22
13. SEZNAM PŘÍLOH	24

1. ÚVOD

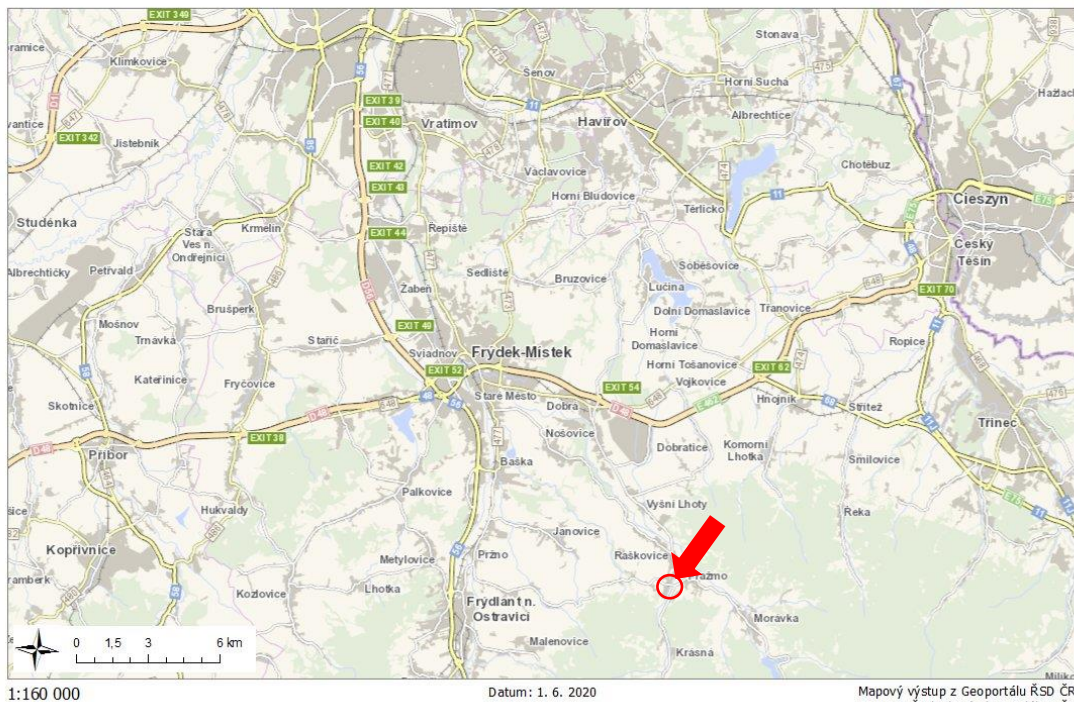
Cílem bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci stávajícího mostu v obci Raškovice přes řeku Mohelnici. Stávající most byl postaven roku 1948 a již nevyhovuje platným normám. Byly navrženy dvě varianty rekonstrukce – zachování stávající konstrukce a zesílení spřaženou deskou s dodatečným předpětím, návrh nové konstrukce z ocelobetonových prefabrikovaných nosníků, jedna z nich byla podrobně vypracována. Posouzení bylo provedeno pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti podle platných norem. K návrhu byly zpracovány také podrobné výkresy.

Výpočet byl zpracován kombinací ručního výpočtu v programu PTC Mathcad Prime a výpočetního programu SCIA Engineer 19.1., jež je založen na metodě konečných prvků.

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

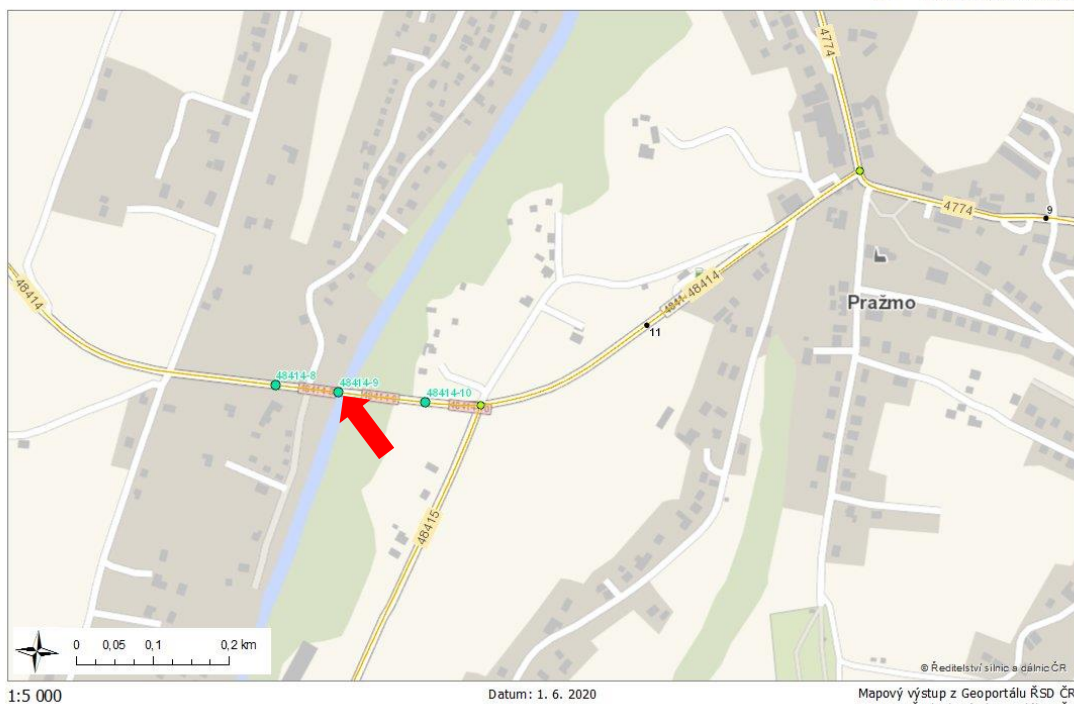
Název stavby	Silniční most přes řeku Mohelnici v obci Raškovice
Evidenční číslo objektu	48414-9
Kraj	Moravskoslezský
Obec	Raškovice
Katastrální území	739502 – Raškovice
Investor	Moravskoslezský kraj
Správce mostu	Správa silnic Moravskoslezského kraje, příspěvková organizace, středisko Frýdek-Místek
Pozemní komunikace	silnice III. třídy číslo 48414
Provozní staničení	10.556 km
Přemostovaná překážka	řeka Mohelnice
Úhel křížení	71°

Mapový výstup z Geoportálu ŘSD



Mapa umístění objektu (zdroj: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>)

Mapový výstup z Geoportálu ŘSD



Detailní mapa umístění objektu (zdroj: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>)

3. POPIS PŮVODNÍ KONSTRUKCE

Most se nachází v obci Raškovice (Moravskoslezský kraj, okres Frýdek–Místek), byl postaven roku 1948 podle ČSN 1230–1937 Jednotný mostní řád. Jedná se o železobetonový trémový most s horní mostovkou o jednom poli rozpětí 18,9 m. Trémy jsou prostě uloženy. Most je šikmý, šikmost je levá a činí 71°. Převáděná komunikace je směrově řešená jako přímá s konstantním sklonem 0,5% k opěře 2. Příčný sklon vozovky na mostě je střechovitý 2,0%.

Most je tvořen pěti trémy, spojené deskou mostovky. Spolupůsobení trámů zajišťují mezilehlé a krajní příčníky. Trémy mají konstantní průřez výšky 1,25 m a šířky 0,45 m. Výška desky je 0,15 m, konstrukční výška nosné konstrukce je pak 1,4 m. Osová vzdálenost trámů je 1,7 m. Krajní příčníky šířky 0,9 m jsou shodné výšky jako trémy. Mezilehlé příčníky jsou výšky 0,9 m a šířky 0,34 m, příčníky jsou mezi sebou osově vzdáleny 4,59 m a od osy uložení 4,86 m. Trémy jsou uloženy na ocelových ložiscích, pevné ložisko je tvořeno stolicí a pohyblivé ložisko je tvořeno válečkem.

Převáděná komunikace je šířky 6,0 m. Po obou stranách jsou zhotoveny chodníky šířky 1,0 m s betonovým zábradlím. Římsy jsou monolitické. Dovolená rychlost na mostě je 90 km/h.

Spodní stavba je tvořena kamennými opěrami s betonovými úložnými prahy. Křídla a závěrné zdi jsou kamenné.

Hlavní nosná konstrukce je z betonu třídy f, dnes tato třída odpovídá betonu třídy C16/20. Jako výztuž byla použita hladká kruhová ocel C37, v té době běžně používána.

Jelikož nebyly dochovány žádné materiály o návrhu nebo stavbě mostu a nebyl proveden žádný diagnostický průzkum, bylo třeba odhadnout množství výztuže pomocí dřívější normy ČSN 1230–1937 Jednotný mostní řád. Výpočet a posouzení je součástí přílohy P3.3 Návrh a posouzení stávající konstrukce. Hlavní nosnou výztuž tak podle výpočtu tvoří 2x5 prutů $\phi 40$ mm. Počet ohýbaných prutů byl stanoven na 8. Smyková výztuž nebyla uvažována, její množství a přesnou polohu je třeba zjistit pomocí diagnostického průzkumu.

4. DŮVOD REKONSTRUKCE

Hlavními důvody rekonstrukce je nedostačující únosnost konstrukce a nevhodné šířkové uspořádání.

Konstrukce nevyhovuje zatížení stanovené eurokódem, je proto nutné navrhnout rekonstrukci stávajícího mostu.

Dalším důvodem je již zastaralé šířkové uspořádání. Šířka komunikace na mostě je 6,0 m a na obou stranách jsou chodníky šířky 1,0 m. Vrstvy vozovky jsou již zároveň s obrubníky.

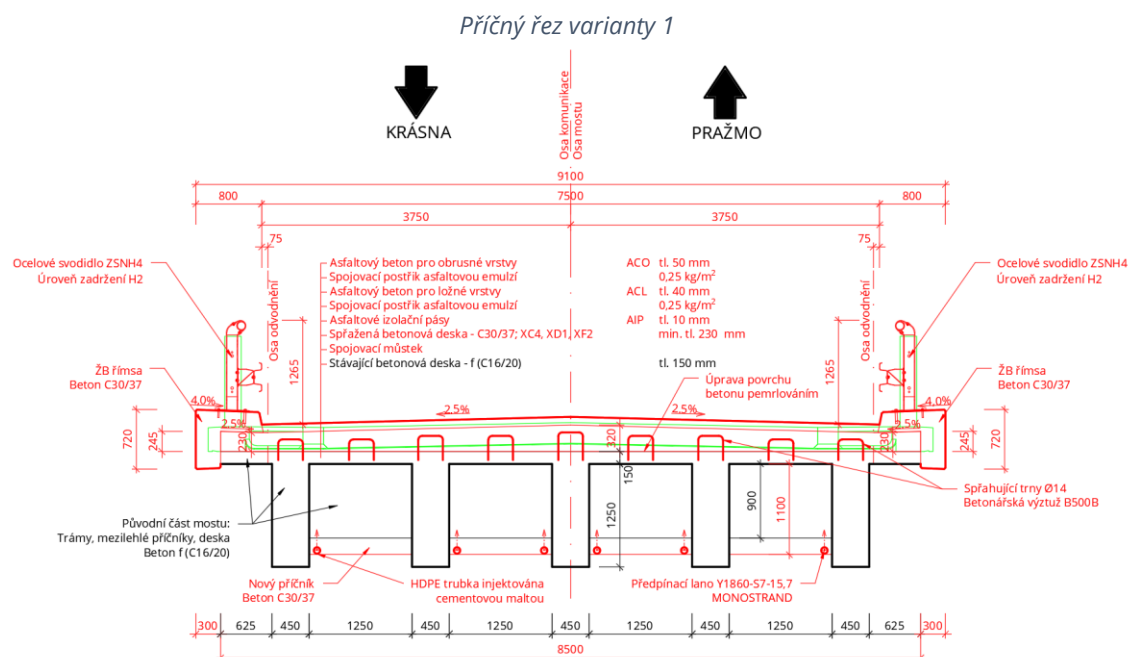
5. STUDIE NOVÝCH VARIANT

Pro návrh rekonstrukce byly zpracovány dvě studie. Obě varianty jsou uvažovány pro shodné šířkové uspořádání, kdy se provede rozšíření převáděné komunikace. Oproti původní konstrukci nebudou na mostě zřízeny chodníky, jelikož se v přilehlých úsecích pozemní komunikace veřejné chodníky nevyskytují. Tato skutečnost je příznivá především pro variantu 1, jelikož se zmenší velikost ostatního stálého zatížení.

Výkresy jednotlivých studií (podélný a příčný řez) je součástí přílohy P1.

5.1. Varianta 1

První varianta rekonstrukce reprezentuje zesílení stávající konstrukce kombinací spřažené desky a dodatečného předpětí. Předpětí bude provedeno vnějším předpětím lany typu MONOSTRAND, které budou zakotveny do nové spřažené desky. Změna směru lan bude docílena pomocí nových příčníků. Tloušťka desky bude proměnná, minimální tloušťka bude v úžlabí 230 mm a maximální tloušťka bude ve vrcholu 300 mm.



Předpokládá se, že veškeré zatížení musí přenést spřažená deska, deska původní konstrukce ponese pouze vlastní tíhu. Spřažení původní konstrukce a spřažené desky bude provedeno pomocí spřahujících trnů.

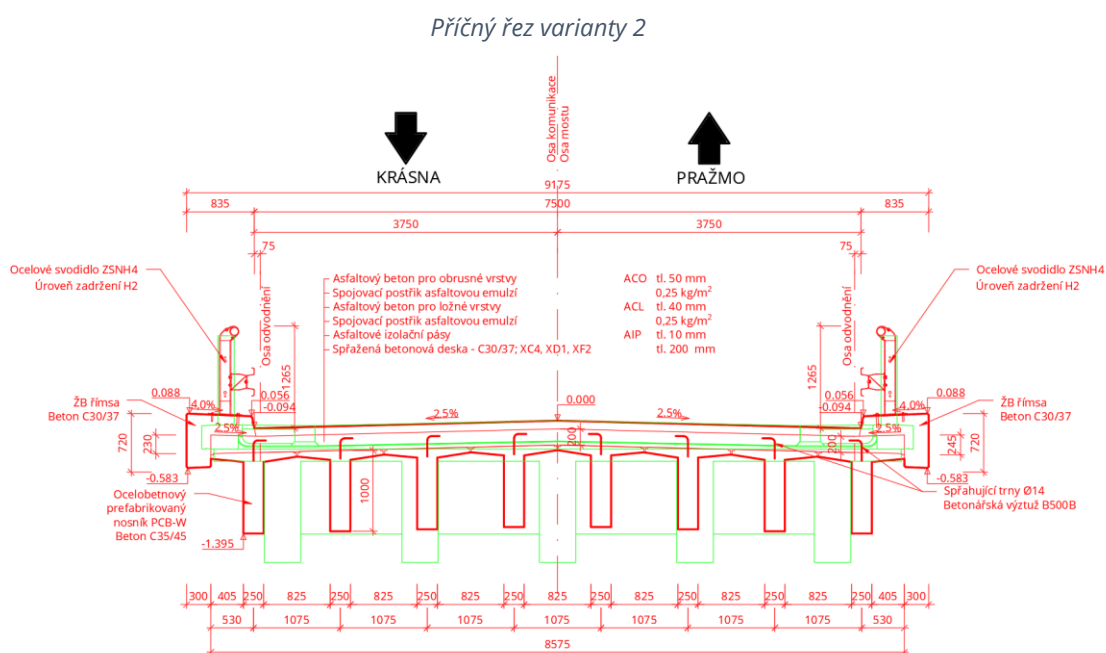
Pro rekonstrukci byla zvolena právě tato varianta, jelikož se zachová stávající konstrukce mostu. Minimalizují se tak bourací práce a s tím spojené náklady. Můžeme taky říct, že tato varianta je ekonomicky efektivnějším řešením. Docílíme zvýšení životnosti stávající konstrukce a její únosnosti.

Alternativou pro lana typu MONOSTRAND může být použití CFRP lamel (uhlíkové lamely), které se lepí pomocí speciálního lepidla na stávající konstrukci. Problém může vzniknout při zajištění přípravy podkladu, kdy je třeba odstranit nesoudržné vrstvy a zajistit rovinatost podkladní vrstvy, vzhledem k předpokládanému malému krytí výztuže hrozí její obnažení a nedostatečná protikorozní ochrana. Dalším problémem může být nebezpečný odtržení lamel od stávající konstrukce, jelikož je beton stávající konstrukce nízké pevnosti a velkého stáří.

5.2. Varianta 2

Jako druhou variantu rekonstrukce byl zvolen návrh nové nosné konstrukce. Hlavní nosná konstrukce bude tvořena ocelobetonovými prefabrikovanými nosníky spřažené ve stojině (PCB-W) z betonu C35/45 a konstrukční oceli S 355 J2. Na tyto nosníky bude zhotovena spřažená monolitická železobetonová deska z betonu C30/37. Spřahující deska bude navržena konstantní tloušťky 200 mm, příčný sklon bude zajištěn sklonem horní příruby trámů.

Celkový počet trámů je 8. Výška trámů je 1,0 m a šířka příruby 0,25 m. Šířka jednoho trámu je 1,055 m.



Varianta 2 vyžaduje rekonstrukci spodní stavby (především nová ložiska a úložný práh).

Výhodou této varianty je větší rychlost výstavby plynoucí ze snadné a rychlé manipulace ve výrobě, při přepravě a na stavbě vzhledem k jednoduchému tvaru a malé hmotnosti nosníku. Nevýhodou může být velká pořizovací cena, a protože se most nachází na méně významné a málo frekventované silnici III. třídy, hraje cena podstatnou roli. Z tohoto důvodu je volena varianta 1.

6. ROZSAH REKONSTRUKCE

Dle navržené varianty rekonstrukce se rekonstrukce bude týkat především hlavní nosné konstrukce. Spodní stavba zůstane ponechána a provede se její sanace, budou pouze zhotoveny nová křídla a závěrné zdi. Provede se údržba ložisek.

Hlavní nosná konstrukce bude zesílena tak, aby splňovala dnešní evropské normy a umožnila rozšíření volné šířky mostu pro zvýšení komfortu jízdy a zajištění bezpečnému převedení chodců. Stávající konstrukce bude sanována.

Podle kvality podkladu bude zvolen způsob očištění podkladu, způsob provedení sanace a volba materiálu sanace.

Součástí rekonstrukce bude taktéž rekonstrukce přilehlého úseku pozemní komunikace, kdy se provede její rozšíření. Případné rozdíly mezi výškou nivelety komunikace v přilehlém úseku a výškou nivelety mostu budou vyrovnány přechodovým klínem.

Odtokové poměry kolem mostu budou provedeny tak, aby bylo zajištěno odvedení vody od objektu. Odvedení vody z hlavní nosné konstrukce mostu bude realizováno skrz stávající odvodnění. Případné poruchy odvodňovacího systému budou opraveny.

7. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

Před zahájením rekonstrukce bude proveden diagnostický průzkum, který ověří předpoklady výpočtu. Na základě výsledků bude proveden kontrolní výpočet, který ověří správnost původního statického výpočtu.

Hlavním výstupem diagnostického průzkumu budou základní materiálové charakteristiky konstrukce, včetně přesného umístění výztuže. Diagnostický průzkum bude taktéž podkladem pro provedení sanace, je proto třeba prověřit jak hlavní nosnou konstrukci, tak spodní stavbu.

8. POPIS NOVÉ KONSTRUKCE

Stávající konstrukce vozovky, chodníky a vyrovnávací vrstva bude odbourána a bude vybetonována nová spřažená deska z betonu C30/37 s výztuží B500B. Předpínací výztuž bude zhotovena z oceli Y1860, lana budou typu MONOSTRAND. Ve stávající desce budou vyvrtány otvory, kterými budou tato lana vedena. Lomy kabelu budou zřízeny pomocí nových příčníků z betonu C30/37, v nichž budou umístěny deviátory z ocelových trubek. Kotvení lan bude provedeno v nové spřažené desce nad krajními příčníky. Předepnutí bude provedeno až po vybetonování spřažené desky. Po zakotvení budou kotevní sklípky zabetonovány. U každého trámu bude vedeno 8 lan. Lana budou ve 2 svazcích po 4 v HDPE chrániče, zainjektovány cementovou maltou. Kotvit se bude pomocí čtyřlanových kotev. Předpínání bude prováděno od středu mostu ke krajům na střídačku (postup napínání viz příloha P2.5 Výkres předpětí), taktéž bude střídáno předpínání od opěry 1 a opěry 2 tak, aby bylo dosaženo rovnoměrného napětí v konstrukci.

Nová šířka komunikace bude třídy S7,5, což odpovídá šířce jízdního pruhu 3,5 m. Římsy budou zhotoveny jako monolitické z betonu třídy C30/37, na nichž budou provedeny zábradelní svodidla s úrovní zadržení H2.

Vozovka bude navržena ve střechovitém sklonu 2,5%. Nová vozovka bude navržena jako netuhá, dané konstrukce:

Asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO	tl. 50 mm
Spojovací postřík asfaltovou emulzí		0,25kg/m ²
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL	tl. 40 mm
Spojovací postřík asfaltovou emulzí		0,25kg/m ²
Asfaltové izolační pásy	AIP	tl. 10 mm
Celkem		100 mm

Před vybetonováním spřažené desky bude povrch stávající desky upraven pemrlováním, deska bude osazena spřahujícími trny 2φ14 mm v osách trámů ve vzdálenostech 500 mm. Následně bude proveden nátěr spojovacím můstkem.

Výztuž spřažené desky φ10 mm, v podélném i příčném směru, bude provedena dle podrobných výkresů.

9. STATICKÝ VÝPOČET

Statický výpočet je součástí přílohy P3, je proveden dle platných norem a je doplněn podrobnými výkresy, jež jsou součástí přílohy P2. Ke statickému výpočtu je zpracována průvodní zpráva, která je taktéž součástí přílohy P3.

K výpočtu byl použit prutový model jednoho trámu v programu SCIA Engineer 19.1. v kombinaci s ručním výpočtem v programu PTC Mathcad Prime.

Navrhovaná životnost konstrukce je 100 let, tento předpoklad může být změněn na základě vyhodnocení diagnostického průzkumu.

10. POSTUP VÝSTAVBY

1. Bourací práce – odfrézování vozovky, odbourání betonového zábradlí s římsami a odbourání vyrovnávací vrstvy
2. Vrtání – vrtání otvorů $\phi 90$ mm do desky stávající konstrukce, vrtání bude probíhat ze spodního líce konstrukce
3. Sanace – provedení sanace spodní stavby a stávající nosné konstrukce v tomto pořadí: očištění povrchu a výztuže, případné doplnění výztužné osnovy pomocí nových prvků, provedení sanace
4. Úprava povrchu a osazení spřahovací výztuže – povrch desky bude upraven pemrlováním, následně budou vyvrtány otvory pro spřahující výztuž a její osazení
5. Betonáž – před betonáží bude povrch desky natřen spojovacím můstkem a zhotoveno armování, provede se betonáž nových příčníků a spřažené desky
6. Předpínání – lana budou napínána na střídačku z každé strany mostu na napětí 1476 MPa, vrty a HDPE chránička budou zainjektovány cementovou maltou
7. Zhotovení izolace – provede se izolace spřažené desky pomocí asfaltových pásů
8. Betonáž říms
9. Pokládka vozovky
10. Osazení zádržného systému
11. Dokončovací práce
12. Uvedení do provozu

11. ZÁVĚR

Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci železobetonového trámového mostu za účelem zvýšení jeho únosnosti. Byly navrženy dvě varianty řešení. Pro podrobný návrh byla zhotovena varianta zachování stávající konstrukce, na níž bude provedena spřažená deska a dodatečné předpětí, jelikož se jeví jako cenově výhodnější varianta a zároveň staticky efektivní.

Na stávající konstrukci bude zhotovena nová spřahující deska minimální výšky 230 mm v úžlabí a 300 mm ve vrcholu. Výztuž spřažené desky byla navržena tak, aby deska přenesla veškeré zatížení do trámů. V podélném směru byla navržena výztuž $\phi 10$ mm po 200 mm a v příčném směru $\phi 10$ mm po 100 mm, posouvající síly budou zachyceny sponami $\phi 8$ mm v každém křížení podélné a příčné výztuže. Předepnutí konstrukce bude provedeno po 28 dnech od vybetonování spřažené desky. Jako předpínací výztuž budou použita lana MONOSTRAND ve dvou svazcích po čtyřech lanech, celkově bude každý trám předepnut 8 lany.

Úbytek napětí ve spodním líci stávající konstrukce je po předepnutí (po okamžitých ztrátách) znatelný, ve spodní tažené výztuži stávající konstrukce je změna napětí okolo 115 MPa a z tahu přechází do tlaku. Únosnost konstrukce v ohybu na konci životnosti je dostatečná, dokonce se značnou rezervou. Jediný problém může být při namáhání průřezu nad podporou posouvající silou, kdy neznáme přesné smykové vyztužení, proto nejsme schopni přesně určit celkovou únosnost ve smyku.

Spřažení nové desky a stávající konstrukce bude zajištěno dvoustřížnými sponami $\phi 14$ mm, umístěných v ose každého trámu po vzdálenostech 500 mm.

Dimenzování a posouzení bylo provedeno dle aktuální evropské normy. Posouzení bylo provedeno pro mezní stav únosnosti i mezní stav použitelnosti. Výpočet byl proveden v programu SCIA Engineer 19.1. v kombinaci s ručním výpočtem v programu PTC Mathcad Prime a MS Excel. Ke statickému výpočtu byly zhotoveny podrobné výkresy.

Závěrem bych chtěl napsat pár vět ohledně mých poznatků, kterých jsem nabyl během zpracování této bakalářské práce. Poznatky se týkají především mostních objektů.

Návrhem nové konstrukce jdeme do jakési jistoty, usnadňujeme si některé věci ve výpočtech a máme více možností provedení. Na druhou stranu tím můžeme značně protáhnout dobu trvání celého stavebního procesu a významně zvýšit cenu

celé stavby, která v dnešní době hraje dost podstatnou roli, hlavně u méně významných objektů.

Naopak zachováním stávající konstrukce a provedením jejího zesílení vstupujeme tak trochu na tenký led, kdy jsou naše možnosti malinko omezené. Velký vliv na návrh má diagnostický průzkum, který nám odhalí materiálové charakteristiky všech částí konstrukce, což je důležité hlavně pokud nemáme k dispozici dokumentaci stavby. Zachováním stávající konstrukce můžeme razantně snížit cenu stavby a provedením jejího zesílení zvýšíme únosnost tak, aby vyhovovala dnešním normám. Diskutabilní je však její návrhová životnost, je otázkou jestli konstrukce vydrží dalších 100 let. Nicméně pokud se životnost prodlouží alespoň o dalších 30 až 50 let, můžeme mluvit o výhodné variantě rekonstrukce.

12. POUŽITÉ ZDROJE

Normy:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-2 : Zatížení mostů dopravou
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Betonové mosty – navrhování a konstrukční zásady
- ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů
- ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí
- VL4 – Mosty
- ČSN 1230-1937: Jednotný mostní řád
- TP 200: Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN

Literatura:

- STRÁSKÝ, Jiří, Prof. Ing. CSc.; NEČAS, Radim, Ing. *Betonové mosty I.: Modul M01 – Základní principy navrhování*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006
- KLUSÁČEK, Ladislav, Ing. CSc. *Betonové mosty I.: Modul M02 – Nosné konstrukce mostů*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006
- BECHYNĚ, Stanislav. *Betonové mosty trémové a rákové: určeno pro navrhovatele i statiky v oboru mostních konstrukcí posluchače vys. škol inž. stavitelství*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1954. Technický průvodce.
- SEČKÁŘ, Milan. *Betonové mosty: výpočet betonových a železobetonových průřezů podle ČSN 73 6206*. 3. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1984. Učební texty vysokých škol.
- ZÁRUBA, Ladislav. *Betonové mosty trémové, rákové a obloukové: [určeno] pro posluchače fakulty inž. stav. 2., rozš. a nově upr. vyd., v SNTL 1. vyd. Praha: SNTL, 1955. Učební texty vysokých škol.*
- Klimeš, Jiří. *Betonové mosty* / 1. vyd. Praha : SNTL, 1968. 538 s.
- KLIMEŠ, Jiří a Karel ZŮDA. *Betonové mosty*. Praha: SNTL, 1968, 538 s.
- KLUSÁČEK, Ladislav a Adam SVOBODA. Odborný seminář pořádaný pod záštitou ČKAIT: Kotevní aplikace na mostních komunikacích. In: 14.3.2017, 39 str.

Internetové stránky:

- *Mapová aplikace geoportálu ŘSD ČR* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>
- *Předpínací systém Freyssinet* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz/>
- *Radim Nečas* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://necasradim.cz/>
- *FAST VUT v Brně* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/>
- *Prefa kompozity* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.prefa-kompozity.cz>
- *Fišer mostní konstrukce a lávky* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://fiserv.cz/>
- *Ivana Laníková* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/lanikova.i/>
- *Příručka sanačního technika* [online]. In: . s. 7 [cit. 2020-06-04]. ISSN 1803-7119. Dostupné z: http://novinybetosan.wz.cz/clanky/2009_09/prirucka_sanacniho_technika.pdf

Software:

- SCIA Engineer 19.1.
- PTC Mathcad Prime 5.0.0.0
- AutoCAD 2019
- MS Word 2016
- MS Excel 2016
- ARCHICAD 21
- GIMP 2.10.18

13. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Podklady, studie a vizualizace

P1.1 Zaměření stávajícího stavu

P1.2 Fotodokumentace stávajícího stavu

P1.3 Výkres tvaru dle ČSN 1230-1937

P1.4 Výkres stávajícího stavu

P1.5 Studie varianty 1

P1.6 Studie varianty 2

P1.7 Vizualizace zvolené varianty

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P2.1 Půdorys, nový stav

P2.2 Podélný řez, nový stav

P2.3 Příčné řezy, nový stav

P2.4 Výkres vrtání

P2.5 Výkres předpětí

P2.6 Výkres tvaru spřažené desky

P2.7 Výkres spřažení

P2.8. Výkres výztuže spřažené desky

P3. Statický výpočet

P3.1 Průvodní zpráva statickým výpočtem

P3.2 Statický výpočet

P3.3 Návrh a posouzení stávající konstrukce